

ارزیابی نقش تاج‌پوشش در احیای جنگل‌های بلوط زاگرس بر پایه الگوی استقرار زادآوری طبیعی^۱

احمد حسینی^{۲،۳}

چکیده

جنگل‌های بلوط زاگرس در دهه‌های گذشته به دلیل فشارهای انسانی، تغییرهای اقلیمی و کاهش تاج‌پوشش با افت شدید زادآوری طبیعی روبه‌رو شده‌اند. زادآوری طبیعی یکی از فرایندهای بنیادی در پایداری و تداوم بوم‌نظام‌های جنگلی است که نقش تعیین‌کننده‌ای در تجدید نسل و حفظ ساختار جنگل‌ها دارد. هدف پژوهش حاضر، واکاوی الگوی استقرار زادآوری طبیعی و ارزیابی نقش عامل‌های زیست‌بومی به‌ویژه تاج‌پوشش بر موفقیت استقرار دانهال‌ها^۴ و همچنین بررسی امکان به‌کارگیری این الگو در اقدام‌های احیایی است. پژوهش حاضر دستاورد یک طرح پژوهشی پنج‌ساله در جنگل‌های دالاب استان ایلام در سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۸ است، که در هشت رویشگاه در سه وضعیت توپوگرافی انجام شد. در مرحله نخست، الگوی استقرار زادآوری طبیعی گونه‌های چوبی با بهره‌گیری از آماربرداری‌های میدانی بررسی شد و در مرحله بعد، بذركاری گونه‌های بلوط ایرانی^۵، بنه^۶، کیکم^۷ و ارژن^۸ بر اساس الگوی به‌دست‌آمده در موقعیت‌های ریزبستگاهی مختلف اجرا شد. برپایه نتایج، بیشترین تراکم زادآوری طبیعی و دست‌کاشت در زیر تاج درختان و در دامنه‌های شمالی با ارتفاع کمتر از ۱۵۰۰ متر از سطح دریا مشاهده شد. همچنین، موفقیت استقرار دانهال‌ها در فضاهای باز و بدون پوشش بسیار کمتر از دیگر موقعیت‌ها بود. همخوانی الگوی زادآوری طبیعی و زادآوری دست‌کاشت نشان‌داد که الگوبرداری از فرایندهای طبیعی و استقرار بذر در موقعیت‌های دارای پناه زیست‌بومی می‌تواند موفقیت برنامه‌های احیایی را افزایش دهد. در مجموع، به‌کارگیری رویکرد احیایی بر پایه تاج‌پوشش و ناهمگنی مکانی در مدیریت پایدار جنگل‌های زاگرس ضروری است. بر این اساس حفاظت از تاج‌پوشش موجود، کنترل چرای دام و اجرای بذركاری هدفمند در زیر تاج درختان به‌عنوان راهکارهای اصلی احیای جنگل‌های بلوط زاگرس است.

واژه‌های کلیدی: احیای جنگل، بذركاری، بلوط ایرانی، جنگل‌های زاگرس، ریزبستگاه، زادآوری طبیعی.

مقدمه

جنگل‌های زاگرس یکی از مهمترین بوم‌نظام‌های جنگلی ایران هستند که بخش عمده‌ای از آن‌ها را گونه بلوط ایرانی تشکیل می‌دهد. این جنگل‌ها افزون بر نقش کلیدی در حفاظت خاک، تنظیم رواناب و پایداری طبیعت، از نظر

۱- تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۱/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۶/۱۸

۲- پست الکترونیک نویسنده مسئول: ahmad.phd@gmail.com

۳- دانشیار پژوهش، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایلام.

4. Seedlings 5. *Quercus brantii* Lindl. 6. *Pistacia atlantica* Desf. 7. *Acer monspessulanum* L.
8. *Amygdalus scoparia* Spach

زیست‌بومی و اجتماعی-اقتصادی نیز اهمیت زیادی دارند و به‌عنوان سیستم حفاظتی در منطقه‌های غربی کشور شناخته می‌شوند (جزیره‌ای و ابراهیمی رستاقی، ۱۳۸۲). در دهه‌های اخیر، این جنگل‌ها زیر تأثیر مجموعه‌ای از عامل‌های انسانی و طبیعی از جمله چرای دام، بهره‌برداری بی‌رویه، آتش‌سوزی‌های پی در پی، تغییر کاربری زمین و تغییرهای اقلیمی، با روندی از تخریب ساختاری و کاهش تراکم تاج‌پوشش روبه‌رو شده‌اند (معیری و همکاران، ۱۳۸۷؛ حسینی، ۱۳۸۹). بررسی‌های گوناگونی نشان داده‌اند که تغییرهای اقلیمی، خشکسالی‌های پی در پی و فشارهای انسانی از مهمترین عامل‌های تضعیف پایداری و ظرفیت باززایی جنگل‌های نیمه‌خشک جهان به شمار می‌روند (Allen et al., 2010; Carnicer et al., 2011). کاهش تاج‌پوشش به‌عنوان یکی از پیامدهای اصلی این تخریب‌ها، موجب تغییر در شرایط ریزاقلیم کف جنگل، افزایش تنش گرمایی و کاهش رطوبت خاک شده و در نهایت فرایند زادآوری طبیعی را با اختلال جدی روبه‌رو کرده است (حسینی، ۱۳۸۹). بررسی‌های گوناگون نشان داده‌اند که موفقیت زادآوری طبیعی در جنگل‌های نیمه‌خشک به شدت زیر تأثیر عامل‌های رویشگاهی مانند ارتفاع از سطح دریا، جهت دامنه و به‌ویژه ساختار تاج‌پوشش قرار دارد (حسینی و همکاران، ۱۳۸۷; Frey et al., 2007; Barbeito et al., 2007). در این میان، تاج‌پوشش درختان با تعدیل تابش خورشیدی، کاهش تبخیر، افزایش رطوبت نسبی و ایجاد پناهگاه ریزیزستگاهی، نقش تعیین‌کننده‌ای در استقرار و بقای دانه‌ها دارد (حسینی، ۱۳۸۹; Lhotka & Loewenstein, 2008). این پدیده در نوشته‌های زیست‌بومی با عنوان اثر پرستاری^۱ شناخته می‌شود که در آن درختان و پوشش‌های چوبی موجود با ایجاد شرایط مناسب ریزاقلیمی، استقرار و بقای دانه‌ها را آسان می‌کند (Gomez-Aparicio et al., 2004; Padilla & Pugnaire, 2006).

باوجود اجرای گسترده طرح‌های جنگل‌کاری و بذرکاری در جنگل‌های زاگرس، موفقیت این اقدام‌ها محدود بوده است. یکی از دلیل‌های اصلی این ناکامی، توجه ناکافی به الگوهای طبیعی استقرار زادآوری و ناهمگنی مکانی شرایط رویشگاهی است؛ به‌طوری که در بسیاری از موردها، کاشت‌ها به‌صورت یکنواخت و بدون در نظر گرفتن ریزیزستگاه‌های مناسب انجام شده‌اند (حسینی و اعظمی، ۱۳۹۶). از این‌رو، شناخت الگوی طبیعی استقرار زادآوری و عامل‌های مؤثر بر آن می‌تواند به‌عنوان مبنایی علمی برای احیای موفق جنگل مورد استفاده قرار گیرد. در این راستا، پژوهش حاضر با هدف‌های ۱- واکاوی الگوی استقرار زادآوری طبیعی در جنگل‌های بلوط زاگرس، ۲- بررسی نقش عامل‌های زیست‌بومی، به‌ویژه تاج‌پوشش، در موفقیت استقرار دانه‌ها و ۳- ارزیابی موفقیت بذرکاری بر اساس الگوی طبیعی انجام شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی

پژوهش حاضر در جنگل‌های حفاظت‌شده دالاب واقع در استان ایلام، در غرب ایران انجام شد (حسینی و همکاران، ۱۳۹۸). این منطقه بخشی از رویشگاه‌های جنگلی زاگرس بوده و بیشتر پوشش آن، بلوط ایرانی است. به‌منظور بررسی الگوی استقرار زادآوری طبیعی و ارزیابی موفقیت بذرکاری گونه‌های بومی، هشت رویشگاه جنگلی در

شرایط توپوگرافی مختلف انتخاب شدند. بر پایه ترکیب جهت دامنه و ارتفاع از سطح دریا، رویشگاه‌های مورد بررسی در سه وضعیت رویشگاهی طبقه‌بندی شدند. وضعیت اول، شامل سه رویشگاه در دامنه‌های شمالی با ارتفاع کمتر از ۱۵۰۰ متر از سطح دریا، وضعیت دوم، شامل دو رویشگاه در دامنه‌های جنوبی با ارتفاع کمتر از ۱۵۰۰ متر از سطح دریا و وضعیت سوم، شامل سه رویشگاه در دامنه‌های شمالی با ارتفاع بیش از ۱۵۰۰ متر از سطح دریا بود. تمامی رویشگاه‌ها دارای شکل غالب بلوط ایرانی بودند و دیگر گونه‌های درختی و درختچه‌ای با فراوانی محدود در آن‌ها حضور داشتند و در توده‌های مورد بررسی، هر دو حالت زادآوری دانه‌زاد و شاخه‌زاد وجود داشت.

بررسی الگوی استقرار زادآوری طبیعی

در بخش نخست پژوهش، الگوی استقرار زادآوری طبیعی گونه‌های درختی و درختچه‌ای بررسی شد. بدین منظور، در هر رویشگاه یک نوار خطی^۱ پایه در جهت عمود بر شیب دامنه استقرار یافت. سپس بر اساس روش نزدیک‌ترین همسایه، موقعیت‌های ریززیستگاهی (موقعیت‌های استقرار زادآوری) در فاصله بیشینه ۲۰ متری از دو سوی نوار شناسایی و انتخاب شدند. موقعیت‌های ریززیستگاهی شامل زیر و پناه تاج درختان، زیر و پناه تاج درختچه‌ها، زیر تاج بوته‌ها، کنار سنگ‌ها و فضاهای باز و بدون تاج‌پوشش بودند. در این بررسی، نوار خطی تنها به عنوان پایه‌ای برای انتخاب واحدهای نمونه‌برداری مورد استفاده قرار گرفت. طول نوار در هر رویشگاه ثابت نبود و متناسب با تراکم پوشش چوبی و امکان دسترسی به تمامی موقعیت‌های ریززیستگاهی تعیین شد. هر یک از موقعیت‌های ریززیستگاهی سه تکرار داشت. در تیمار زیر تاج درختان، برای هر گونه درختی سه اصله انتخاب شد و در چهار سوی اصلی تاج هر درخت، چهار قطعه نمونه دایره‌ای شکل به مساحت ۱۵ مترمربع مستقر شد (Montagnini *et al.*, 1997). سپس از داده‌های حاصل از چهار قطعه نمونه هر درخت میانگین‌گیری و هر درخت به عنوان یک واحد آزمایشی در نظر گرفته شد. در دیگر تیمارها نیز سه درختچه، سه بوته، سه سنگ و سه فضای باز، انتخاب و برای هر مورد یک قطعه نمونه دایره‌ای شکل به مساحت ۱۵ مترمربع با مرکزیت بن گیاه یا مرکز سنگ، اجرا شد. آماربرداری دانه‌ها در قطعه‌های نمونه ثابت و همیشگی در فصل‌های بهار و تابستان دو سال نخست پژوهش انجام شد. در هر قطعه نمونه، شمار دانه‌ها شمارش شد. در این بخش، تیمارهای آزمایشی شامل فصل آماربرداری، شرایط رویشگاهی و موقعیت ریززیستگاهی بودند.

ارزیابی موفقیت بذرکاری بر اساس الگوی استقرار طبیعی

در سال سوم پژوهش، برای ارزیابی توانایی کاربرد الگوی استقرار طبیعی در برنامه‌های احیایی، بذرهای چهار گونه چوبی بومی شامل بلوط ایرانی، بنه، کیکم و ارژن از منطقه مورد بررسی جمع‌آوری شدند. پیش از کاشت، بذرهای بنه، کیکم و ارژن به مدت ۲۴ ساعت در آب خیسانده شدند، در حالی که از بذرهای بلوط ایرانی بدون هیچ‌گونه تیمار پیش‌کاشتی استفاده شد. بذرکاری در همان رویشگاه‌ها و موقعیت‌های ریززیستگاهی شناسایی شده در بخش نخست پژوهش، انجام شد. در تیمار زیر تاج درختان، در چهار سوی اصلی تاج هر درخت، در هر سوی تاج، سه چاله کاشت حفر شد. چاله نخست در فاصله یک سوم شعاع تاج از بن درخت، چاله دوم در فاصله دو سوم شعاع تاج و چاله سوم در لبه خارجی سایه‌انداز تاج قرار گرفت. در سایر موقعیت‌های ریززیستگاهی، چاله‌های کاشت در پیرامون آن‌ها ایجاد شدند. در هر چاله سه بذر از هر گونه کاشت شد تا

احتمال تندش و استقرار دانهال افزایش یابد. در سال‌های چهارم و پنجم پژوهش، بازدیدهای دوره‌ای در فصل‌های بهار و تابستان انجام شد و شمار چاله‌های دارای دانهال روییده، شمار دانهال‌های حاصل از تندش بذر و مقدار استقرار دانهال‌ها به تفکیک گونه و موقعیت ریززیستگاهی ثبت شد.

واکاوی آماری

هر دو بخش پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شدند. عامل‌های مورد بررسی شامل شرایط رویشگاهی (سه وضعیت توپوگرافی)، موقعیت ریززیستگاهی (پنج سطح) و فصل آماربرداری (بهار و تابستان) بودند. پس از جمع‌آوری داده‌ها، اطلاعات در نرم‌افزار Excel سازماندهی شد. متغیرهای مورد ارزیابی شامل شمار دانهال‌های طبیعی روییده، شمار چاله‌های دارای دانهال رویش‌یافته و شمار دانهال‌های حاصل از بذركاری بودند. در پایان برای بررسی اثر عامل‌های مختلف بر زادآوری طبیعی و موفقیت بذركاری، از تجزیه واریانس مرکب در قالب الگوی خطی عمومی (GLM) در نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ بهره‌گیری شد. معنی‌داری اثرهای اصلی و برهمکنشی عامل‌ها بررسی شد و مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال آماری ۵٪ انجام شد.

نتایج

الگوی کلی استقرار زادآوری طبیعی

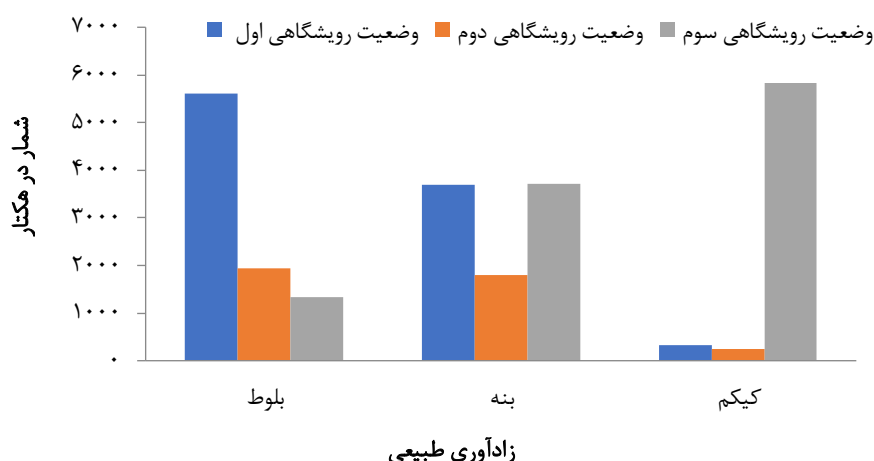
نتایج بررسی‌ها نشان دادند که استقرار زادآوری طبیعی در جنگل‌های مورد بررسی، دارای الگوی ناهمگن و وابسته به موقعیت ریززیستگاهی است. در مجموع، بیشترین تراکم زادآوری در موقعیت‌های دارای پوشش تاجی مشاهده شد، در حالی که فضاهای باز و بدون پوشش، کمترین مقدار استقرار دانهال را نشان دادند. به طور کلی، ترتیب استقرار زادآوری در کل رویشگاه‌ها به صورت زیر تاج درختان < زیر درختچه‌ها < زیر بوته‌ها < کنار سنگ‌ها < فضاهای باز بود. به هر حال، این الگو در برخی از شرایط رویشگاهی تفاوت‌های اندکی نشان داد و گاهی ترتیب درختچه‌ها، بوته‌ها و سنگ‌ها جابه‌جا می‌شدند. این الگو هم در زادآوری طبیعی و هم در زادآوری دست‌کاشت مشاهده شد و نشانگر نقش پایدار عامل‌های ریززیستگاهی در موفقیت استقرار دانهال‌ها است.

تأثیر شرایط رویشگاهی بر استقرار زادآوری

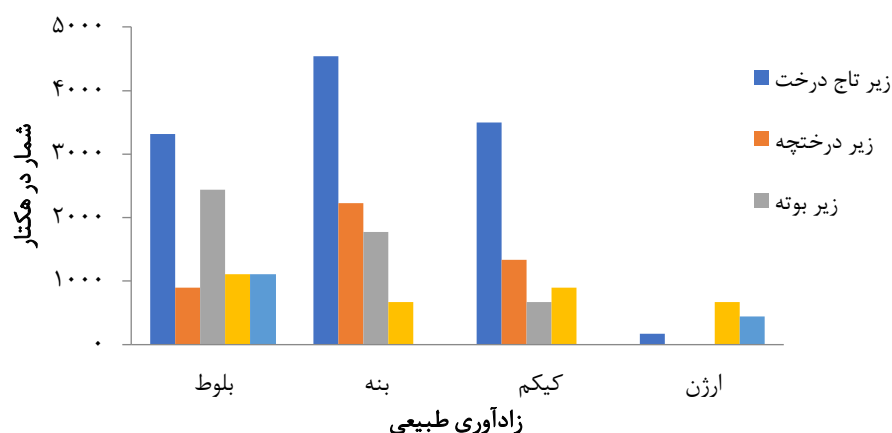
مقایسه بین دامنه‌های شمالی و جنوبی نشان داد که دامنه‌های شمالی شرایط مساعدتری برای استقرار زادآوری دارند. در این دامنه‌ها تراکم دانهال‌ها در اغلب موقعیت‌های ریززیستگاهی بیشتر از دامنه‌های جنوبی بود (شکل ۱). این تفاوت در موقعیت‌های دارای پوشش تاجی به ویژه در موقعیت زیر تاج درختان برجسته‌تر بود، در حالی که در فضاهای باز، هر دو دامنه دارای تراکم زادآوری بسیار کم بودند. این الگو نشانگر نقش رطوبت بیشتر و تنش گرمایی کمتر در دامنه‌های شمالی است. همچنین ارتفاع از سطح دریا تأثیر معنی‌داری بر الگوی استقرار زادآوری طبیعی نشان داد (شکل ۱). در ارتفاع پایین‌تر، تراکم زادآوری بلوط ایرانی به طور چشمگیری بیشتر از ارتفاع‌های بالاتر بود. در ارتفاع‌های بالاتر، کاهش ژرفای خاک، افزایش شیب و شدت فرسایش موجب محدود شدن استقرار دانهال‌ها شد. در مقابل، در ارتفاع‌های پایین‌تر شیب دامنه ملایم‌تر، شرایط خاکی و رطوبتی مناسب‌تر و استقرار زادآوری موفق‌تر بود.

نقش موقعیت های ریز زیستگاهی

بررسی موقعیت های مختلف ریز زیستگاهی نشان داد که ریز زیستگاه ها نقش تعیین کننده ای در موفقیت زادآوری دارند. بیشترین مقدار استقرار دانه ها در زیر تاج درختان مشاهده شد. در مقابل، فضا های باز به تقریب کمترین یا در برخی از گونه ها استقرار نیافتن زادآوری را نشان دادند (شکل ۲). موقعیت های زیر درختچه و زیر بوته شرایط میانی را از نظر تراکم زادآوری به خود اختصاص دادند. این یافته ها بیانگر نقش کلیدی سایه در حفظ رطوبت خاک، کاهش تنش گرمایی و افزایش موفقیت استقرار دانه ها است.



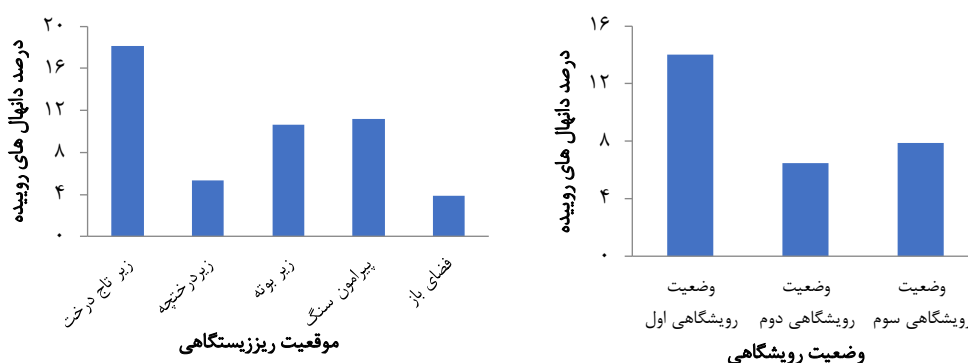
شکل ۱- تراکم زادآوری طبیعی گونه های درختی مورد بررسی در وضعیت های رویشگاهی مختلف (وضعیت رویشگاهی اول: رویشگاه های واقع در طبقه ارتفاعی پایین تر از ۱۵۰۰ متر از سطح دریا و جهت شمالی، وضعیت رویشگاهی دوم: رویشگاه های واقع در طبقه ارتفاعی پایین تر از ۱۵۰۰ متر از سطح دریا و جهت جنوبی، وضعیت رویشگاهی سوم: رویشگاه های واقع در طبقه ارتفاعی بالاتر از ۱۵۰۰ متر از سطح دریا و جهت شمالی).



شکل ۲- مقدار زادآوری طبیعی گونه های مورد بررسی در موقعیت های مختلف ریز زیستگاهی.

نتیجه بذرکاری

بذرکاری گونه‌های بومی در موقعیت‌های مختلف ریزیزستگاهی نشان داد که الگوی استقرار دانهال‌های دست‌کاشت با الگوی زادآوری طبیعی همخوانی زیادی دارد. بیشترین درصد رویش دانهال‌ها در زیر تاج درختان مشاهده شد، در حالی که کمترین مقدار موفقیت در فضاهای باز ثبت شد (شکل ۳). این همخوانی نشان می‌دهد که الگوبرداری از طبیعت می‌تواند به‌طور مستقیم موفقیت عملیات احیایی را افزایش دهد. همچنین، نتایج نشان دادند که درصد رویش دانهال‌ها در دامنه‌های شمالی بیشتر از دامنه‌های جنوبی و در ارتفاع‌های پایین بیشتر از ارتفاع‌های بالاتر بود (شکل ۳).



شکل ۳- مقدار زادآوری دست‌کاشت گونه‌های مورد بررسی در وضعیت‌های رویشگاهی و موقعیت‌های ریزیزستگاهی مختلف.

عامل‌های انسانی و محیطی مؤثر بر کاهش زادآوری

نتایج مشاهده‌ای و میدانی نشان دادند که کاهش زادآوری طبیعی با مجموعه‌ای از عامل‌های محدودکننده مرتبط است. مهمترین این عامل‌ها شامل چرای دام و تخریب دانهال‌های جوان، کاهش تاج‌پوشش و تخریب ساختار جنگل، فرسایش خاک در شیب‌های تند، خشکسالی و افزایش تنش گرمایی تابستان و همچنین، رقابت شدید علف‌های ناخواسته (هرز) بودند. این عامل‌ها به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم موجب کاهش موفقیت استقرار دانهال‌ها و افت پایداری زادآوری شده‌اند.

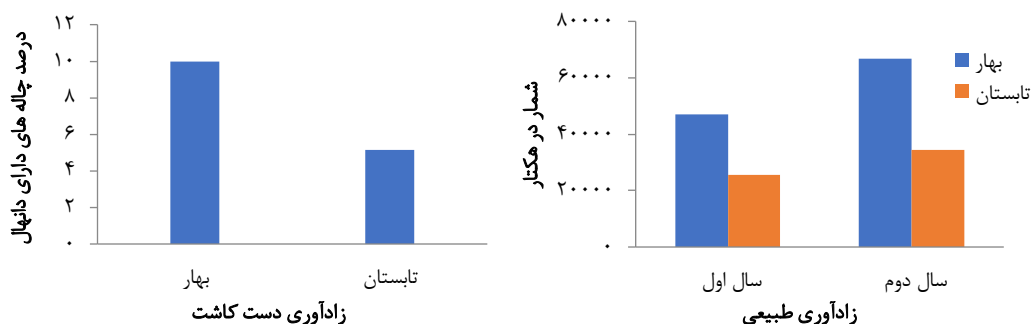
در پژوهش حاضر مشخص شد که در ۱۵٪ از کل چاله‌های کاشت‌شده بذرهای تندش داشتند و از بذرهای تنیده، ۳۷/۶٪ مربوط به دانهال‌های بلوط ایرانی، ۵۱/۴٪ مربوط به بنه، ۱٪ مربوط به کیکم و ۱۰٪ مربوط به ارژن بود. در دیگر چاله‌ها دانهالی دیده نشد. یکی از دلایل‌های این موضوع به بارندگی‌های شدید زمستان سال ۹۶ و ابتدای بهار ۹۷ برمی‌گردد که موجب رواناب شدید و فرسایش انبوه خاک شد و بسیاری از چاله‌ها بدین ترتیب پُر از خاک شسته شده شد و بذرهای کاشت‌شده در داخل آن‌ها به‌خاطر کمبود اکسیژن فرصت تندش پیدا نکردند (حسینی و همکاران، ۱۳۹۸). برخی از چاله‌ها نیز در اثر فعالیت گرازهای منطقه، تخریب شده و یا پُر از خاک شده بودند و در عمل امکان تندش و رویش دانهال در این چاله‌ها از بین رفت. برخی از چاله‌ها نیز به‌دلیل ضعف زیوایی بذرهای کیکم، تندش و رویش دانهال نداشتند.

در پژوهش حاضر مشخص شد که مقدار زادآوری طبیعی و زادآوری دست‌کاشت در فصل تابستان نسبت به فصل بهار، کاهش چشمگیری داشته است (شکل ۴). از دلایل‌های این کاهش می‌توان به افزایش دمای هوا به

سمت تابستان و همسو با آن، خشکی هوا و خاک اشاره کرد (حسینی، ۱۳۸۹؛ حسینی و اعظمی، ۱۳۹۶؛ Kouba et al., 2012). در شرایط یادشده، زیر تاج درختان بهترین گزینه برای استقرار دانه‌ها است، زیرا تنها در این جاها است که سایه کافی وجود دارد و جلوی نور مستقیم خورشید و گرمای شدید ناشی از آن گرفته می‌شود و رطوبت خاک دیرتر از دست می‌رود و خرداقلیم بهتری نسبت به دیگر موقعیت‌های ریزیزستگاهی به وجود می‌آید. افزون بر این، در شرایط گذر از فصل بهار به تابستان، بیشتر دانه‌ها برای جذب رطوبت خاک با علف‌های ناخواسته رقابت دارند و با کمبود رطوبت خاک به زودی دچار تنش خشکی می‌شوند و به دلیل تحمل نکردن شرایط نامساعد پیش‌آمده از بین می‌روند. بنابراین، وجود علف‌های ناخواسته انبوه در این جنگل‌ها رشد و استقرار دانه‌ها را مختل کرده و زنده‌مانی آن‌ها را به خطر می‌اندازد.

چرای دام نیز یکی از عامل‌های کاهش استقرار زادآوری طبیعی و دست‌کاشت است. با توجه به این‌که پوشش علفی کف جنگل جوابگوی نیاز غذایی گله‌های دام نیست، بنابراین دام‌ها از برگ، شاخه‌های یکساله و دانه‌ها نیز استفاده می‌کنند. در پژوهشی در جنگل‌های ایلام مشخص شد که ۲۴٪ از زادآوری طبیعی در اثر چرای دام سرچر شده‌اند (حسینی و همکاران، ۱۳۸۷).

کاهش تاج‌پوشش ناشی از تخریب ساختار جنگل در اثر عامل‌های انسانی، نقش تعیین‌کننده‌ای در کاهش استقرار زادآوری دارد. به دنبال کاهش تاج‌پوشش توده، حفاظت کف جنگل کم می‌شود و اثرهای عامل‌های اقلیمی مانند نور و بارندگی بر کف جنگل و دانه‌های آن شدیدتر می‌شود و استقرار زادآوری طبیعی و زادآوری دست‌کاشت دچار خطر و چالش بزرگ می‌شود.



شکل ۴- تراکم زادآوری طبیعی و درصد زادآوری دست‌کاشت گونه‌های مورد بررسی در فصل‌های بهار و تابستان.

همگرایی زادآوری طبیعی و دست‌کاشت

مقایسه کلی بین زادآوری طبیعی و زادآوری دست‌کاشت نشان داد که هر دو حالت از یک ساختار مکانی همسان پیروی می‌کنند. در هر دو حالت، موقعیت‌های ریزیزستگاهی دارای تاج‌پوشش بیشترین موفقیت را داشته و فضاهای باز کمترین کارایی را نشان داده‌اند. این همگرایی نشان می‌دهد که الگوی طبیعی جنگل می‌تواند به‌عنوان چارچوب عملی برای طراحی اقدام‌های احیایی استفاده شود.

بحث

یافته‌های پژوهش حاضر نشان دادند که زادآوری طبیعی در جنگل‌های بلوط به‌طور معنی‌داری زیر تأثیر ساختار تاج‌پوشش و ویژگی‌های ریززیستگاهی قرار دارد. برتری محسوس استقرار دانه‌ها در زیر تاج درختان نسبت به سایر موقعیت‌های ریززیستگاهی بیانگر نقش کلیدی سایه‌اندازی و تعدیل شرایط ریزاقليمی در موفقیت زادآوری است. این نتیجه با بررسی‌های چندی در بوم‌نظام‌های جنگلی نیمه‌خشک که نقش تاج‌پوشش را به‌عنوان عامل کنترل‌کننده دما و رطوبت خاک تأیید کرده‌اند، همخوانی دارد (Barbeito *et al.*, 2007; Frey *et al.*, 2007; Lhotka & Loewenstein, 2008). در بوم‌نظام‌های زاگرس که با محدودیت شدید رطوبتی و تنش گرمایی در فصل گرم روبه‌رو هستند، وجود تاج‌پوشش می‌تواند به عنوان یک عامل حفاظتی عمل کرده و با کاهش شدت تابش مستقیم خورشید، شرایط مناسب‌تری برای تندش و بقای دانه‌ها فراهم کند. این موضوع در پژوهش‌های داخلی نیز مورد تأکید قرار گرفته و نشان داده شده است که کاهش تراکم تاجی در جنگل‌های بلوط غرب کشور با افت شدید زادآوری طبیعی همراه است (میرزایی و همکاران، ۱۳۸۶؛ حسینی، ۱۳۸۹؛ نجفی‌فر، ۱۳۹۰). یافته‌های همسانی نیز در جنگل‌های مدیترانه‌ای گزارش شده است که در آن‌ها حضور درختان بالغ به عنوان آسان‌کننده استقرار دانه‌ها عمل کرده و تنش خشکی را به‌طور معنی‌داری کاهش داده است (Gomez-Aparicio *et al.*, 2004; Pulido & Diaz, 2005).

یافته‌های مربوط به برتری دامنه‌های شمالی نسبت به دامنه‌های جنوبی نیز از دیدگاه تفاوت‌های خرداقليمی قابل تعیین شدن است. دامنه‌های شمالی به دلیل دریافت تابش کمتر و حفظ رطوبت بیشتر خاک، شرایط مساعدتری برای استقرار دانه‌ها فراهم می‌کنند. این نتایج با بررسی‌های انجام‌شده در جنگل‌های زاگرس که نشان داده‌اند جهت دامنه یکی از عامل‌های کلیدی در کنترل موفقیت زادآوری است، همخوانی دارد (میرزایی و همکاران، ۱۳۸۶؛ معیری و همکاران، ۱۳۸۷؛ حسینی، ۱۳۸۹؛ نجفی‌فر، ۱۳۹۰). از سوی دیگر، کاهش چشمگیر زادآوری در ارتفاع‌های بالاتر منطقه مورد بررسی را می‌توان به عامل‌هایی مانند افزایش شیب، کاهش ژرفای خاک، افزایش فرسایش و کاهش ظرفیت نگهداری آب نسبت داد. این نتایج با یافته‌های (Frey *et al.*, 2007) که نقش محدودکننده شرایط فیزیوگرافی در زادآوری گونه‌های چوبی را برجسته کرده‌اند، همخوانی دارد.

نتایج پژوهش حاضر همچنین نشان دادند که فضاها با کمترین مقدار استقرار زادآوری را دارند. این موضوع بیانگر این است که حتی گونه‌های نورپسند در مرحله‌های اولیه رشد، به سطحی از سایه و پناه نیاز دارند. در این زمینه، بررسی‌های (Brudvig & Asbjornsen, 2008) و Brown (1985) نشان داده‌اند که حضور سایه جزئی می‌تواند بقای دانه‌ها را در مرحله‌های اولیه به‌طور معنی‌داری افزایش دهد. همچنین، همخوانی الگوی زادآوری طبیعی با نتایج بذركاری نشان می‌دهد که الگوبرداری از طبیعت می‌تواند کارایی اقدام‌های احیایی را افزایش دهد. این موضوع با رویکرد احیای نزدیک به طبیعت سازگار است که بر استفاده از فرایندهای طبیعی و ناهمگنی مکانی به‌عنوان مبنای احیا تأکید دارد (Suding *et al.*, 2015). در مقابل، نتایج نشان دادند که عامل‌های انسانی مانند چرای دام، کاهش تاج‌پوشش و برداشت بی‌رویه از مهمترین عامل‌های تضعیف‌کننده زادآوری طبیعی هستند. این عامل‌ها با ایجاد اختلال در ساختار جنگل و کاهش منابع بذری، موجب کاهش توان زادآوری طبیعی شده‌اند. یافته‌های همسانی در جنگل‌های زاگرس توسط جزیره‌ای و ابراهیمی رستاقی (۱۳۸۲) و حسینی (۱۳۸۹) گزارش شده است. افزون بر این، بررسی‌های انجام شده در

جنگل‌های مدیترانه‌ای و نیمه‌خشک نشان داده‌اند که چرای شدید دام می‌تواند با آسیب مستقیم به دانهال‌ها و تغییر ویژگی‌های فیزیکی خاک، ظرفیت تجدید نسل طبیعی را به شدت کاهش دهد (Pulido & Diaz, 2005; Maranon *et al.*, 2009). در مجموع، نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهند که موفقیت زادآوری در جنگل‌های بلوط زاگرس حاصل برهمکنش پیچیده‌ای از عامل‌های زیست‌بومی و انسانی است که در آن، تاج‌پوشش به عنوان عامل کلیدی تنظیم‌کننده خرداقلیم نقش محوری دارد. بنابراین، هرگونه برنامه احیایی جنگل‌های زاگرس باید بر پایه حفظ و تقویت تاج‌پوشش و توجه به ناهمگنی مکانی رویشگاه‌ها باشد.

نتیجه گیری

یافته‌های پژوهش حاضر نشان دادند که الگوی استقرار زادآوری طبیعی می‌تواند پایه‌ای علمی و کاربردی برای برنامه‌ریزی احیای جنگل‌های بلوط زاگرس فراهم کند. همخوانی نتایج زادآوری طبیعی و بذرکاری بیانگر این است که موفقیت اقدام‌های احیایی، به انتخاب صحیح ریززیستگاه و بهره‌گیری از ظرفیت‌های طبیعی رویشگاه وابسته است. در این میان، تاج‌پوشش درختان با فراهم کردن شرایط مناسب ریزاقلیمی، نقش محوری در استقرار و بقای دانهال‌ها دارد و حفظ آن، پیش‌نیاز موفقیت برنامه‌های احیایی به شمار می‌رود. بر این اساس، احیای جنگل‌های زاگرس باید از رویکردهای خطی و منظم و بر پایه کاشت گسترده فاصله گرفته و به سمت رویکردی بر اساس فرایندهای طبیعی، ناهمگنی مکانی و ظرفیت‌های بوم‌شناختی رویشگاه هدایت شود. در چارچوب این رویکرد، حفاظت و تقویت تاج‌پوشش موجود، مدیریت اصولی چرای دام و اجرای بذرکاری هدفمند در موقعیت‌های مناسب ریززیستگاهی، مهمترین راهبردهای اجرایی برای افزایش موفقیت احیا و ارتقای پایداری و تاب‌آوری جنگل‌های بلوط زاگرس در برابر فشارهای انسانی و تغییرهای اقلیمی محسوب می‌شوند.

منابع

- جزیره‌ای، محمد حسین؛ ابراهیمی رستاقی، مرتضی. (۱۳۸۲). *جنگل‌شناسی زاگرس*. تهران: انتشارات دانشگاه تهران، ۵۶۰ صفحه.
- حسینی، احمد؛ پورهایمی، مهدی؛ پورسیاه بیدی، محمد مهدی؛ جعفری، محمدرضا. (۱۳۹۸). بررسی و شناخت نحوه استقرار زادآوری طبیعی در جنگل‌های بلوط ایرانی به منظور استفاده از آن در احیای جنگل. *طرح پژوهشی، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور*، ۷۸ صفحه.
- حسینی، احمد. (۱۳۸۹). اثر تاج‌پوشش بر زادآوری در جنگل‌های بلوط ایرانی استان ایلام. *تحقیقات جنگل و صنوبر/ایران*، ۱۸(۲)، ۲۲۹-۲۱۹.
- حسینی، احمد؛ معیری، محمدهادی؛ حیدری، حشمت‌اله. (۱۳۸۷). اثر تغییرهای ارتفاع از سطح دریا در زادآوری طبیعی و سایر خصوصیات کمی و کیفی بلوط غرب (مطالعه موردی: جنگل‌های هیانان ایلام). *مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی*، ۱۵ (۱)، ۱-۱۰.

- حسینی، احمد؛ اعظمی، ایاد. (۱۳۹۷). تعیین الگوی استقرار طبیعی زادآوری زایشی بلوط ایرانی در شرایط مختلف رویشگاهی به منظور استفاده در احیای جنگلهای زاگرس. *جغرافیا و پایداری محیط*، ۲۵، ۶۳-۵۳.
- معیری، محمدهادی؛ حسینی، احمد؛ حیدری، حشمت‌اله. (۱۳۸۷). ارزیابی روند تغییرهای جنگل هیانان ایلام و ارائه راهکارهای مناسب جهت مدیریت بهینه آن. *مجله پژوهش و سازندگی*، ۸۰ (۳)، ۱۱۵-۱۰۸.
- میرزایی، جواد؛ اکبری‌نیا، مسلم؛ حسینی، سیدمحسن؛ طبری، مسعود؛ جلالی، سید غلامعلی. (۱۳۸۶). مقایسه تراکم زادآوری طبیعی گونه‌های چوبی در رابطه با عوامل فیزیوگرافی و خاک در جنگل‌های زاگرس، مطالعه موردی: منطقه حفاظت شده ارغوان در شمال ایلام. *مجله پژوهش و سازندگی*، ۲۰ (۴)، ۲۳-۱۶.
- نجفی‌فر، علی. (۱۳۹۰). بررسی فراوانی زادآوری جنسی گونه‌های جنگلی در ارتباط با برخی عوامل اکولوژیکی در جنگل‌های بلوط غرب استان ایلام. *مجله تحقیقات جنگل و صنوبر ایران*، ۱۹ (۲)، ۲۹۰-۲۷۹.
- Allen, C.D., Macalady, A.K., Chenchouni, H., Bachelet, D., McDowell, N. *et al.* (2010). A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *Forest Ecology and Management*, 259(4), 660-684.
- Barbeito, I., Marta, P., Rafael, C. & Isabel, C., (2007). Effect of stand structure on stone pine (*Pinus pinea* L.) regeneration dynamics. *Forestry*, 81 (5), 617- 629.
- Brown, H. (1985). *Regeneration following cutting in a mixed oak stand in Rhod Island*. University of Rhod Island, Agriculture experiment station, No, 1240.
- Brudvig, L.A. & Asbjornsen, H. (2008). Patterns of oak regeneration in a Midwestern savanna restoration experiment. *Forest Ecology and Management*, 255, 3019-3025.
- Carnicer, J., Coll, M., Ninyerola, M., Pons, X., Sánchez, G. & Peñuelas, J. (2011). Widespread crown condition decline, food web disruption, and amplified tree mortality with increased climate change-type drought. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(4), 1474-1478.
- Frey, B.R., Ashton, M.S., McKenna, J.J., Ellum, D. & Finkral, A. (2007). Topographic and temporal patterns in tree seedling establishment, growth, and survival among masting species of southern New England mixed-deciduous forests. *Forest Ecology and Management*, 245, 54-63.
- Gomez-Aparicio, L., Zamora, R., Gómez, J.M., Hódar, J.A., Castro, J. & Baraza, E. (2004). Applying plant facilitation to forest restoration in Mediterranean ecosystems: A meta-analysis of the use of shrubs as nurse plants. *Ecological Applications*, 14(4), 1128-1138.
- Kouba, Y., Camarero, J.J. & Alados, C.L. (2012). Roles of land-use and climate change on the establishment and regeneration dynamics of Mediterranean semi-deciduous oak forests. *Forest Ecology and Management*, 274, 143-150.
- Lhotka, J.M. & Loewenstein, E.F. (2008). Influence of canopy structure on the survival and growth of underplanted seedlings. *New Forests*, 35, 89-104.
- Maranon, T., Pugnaire, F.I., Callaway, R.M. & Valladares, F. (2009). Mediterranean-climate oak savannas: The interplay between abiotic environment and species interactions. *Web Ecology*, 9, 30-43.
- Montagnini, F., Eibl, B., Woodward, C., Szczipanski, L. & Rios, R. (1997). Tree regeneration and species diversity following conventional and uniform spacing methods of selective cutting in a subtropical humid forest reserve. *Biotropica*, 30, 349-361.
- Padilla, F.M. & Pugnaire, F.I. (2006). The role of nurse plants in the restoration of degraded environments. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 4(4), 196-202.
- Pulido, F.J. & Diaz, M. (2005). Regeneration of a Mediterranean oak: A whole-cycle approach. *Ecoscience*, 12(1), 92-102.

Suding, K.N., Higgs, E., Palmer, M.A., Callicott, J.B., Anderson, C.B. *et al.* (2015). Committing to ecological restoration: Efforts around the globe need legal and policy clarification. *Science*, 348(6235), 638–640.

Evaluation of the Canopy Cover Role in the Restoration of Zagros Oak Forests on the Basis of Natural Regeneration Establishment Pattern

Hosseini, A.^{1, 2}

Natural regeneration is one of the fundamental processes contributing to the sustainability and continuity of forest ecosystems and plays an important role in forest renewal and maintenance of forest structure. During recent decades, Zagros oak forests have experienced a severe decline in natural regeneration due to human pressures, climate change, and reduction of canopy cover, resulting in weakened regeneration capacity. The objective of this study was to analyze the spatial pattern of natural regeneration and evaluate the role of ecological factors, particularly canopy cover, in seedling establishment success. In addition, the applicability of these patterns for forest restoration programs was investigated. This study was conducted as part of a five-year research project in the Dalab forests of Ilam province, Iran. The research was carried out from 2015 to 2019 in eight sites located under three topographic conditions. In the first stage, the establishment pattern of natural regeneration of woody species was examined through field surveys. In the second stage, seeds of Persian oak (*Quercus brantii* Lindl.), wild pistachio (*Pistacia atlantica* Desf.), maple (*Acer monspessulanum* L. subsp. *cinerascens*), and wild almond (*Amygdalus scoparia* Spach.) were sown in different microhabitats according to the identified natural regeneration pattern. The results showed that the highest density of natural regeneration and planted seedlings occurred beneath tree canopies and on north-facing slopes at elevations below 1500 m above sea level. Seedling establishment success was considerably lower in open areas without canopy cover than in other establishment sites. The similarity between natural and artificial regeneration patterns indicated that restoration measures based on natural ecological processes and seed placement in protected microhabitats can improve restoration success. Overall, the findings emphasize the importance of canopy-based restoration approaches and spatial heterogeneity in the sustainable management of Zagros forests. Therefore, protection of existing canopy cover, control of livestock grazing, and targeted direct seeding beneath tree canopies are recommended as key strategies for the restoration of Zagros oak forests.

Key words: Direct seeding, Forest restoration, Microhabitat, Natural regeneration, Persian oak, Zagros forests.

1. Corresponding author's Email: ahmad.phd@gmail.com

2. Associate Professor, Ilam Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ilam.